

# Modèles, Modélisations en SVT

J.GERARD – IA-IPR SVT

## Propos préliminaire

*On ne comprend vraiment ce qu'est un modèle qu'en tentant d'en mettre un au point.*

Dominique ROJAT, IGEN SVT

*J'entends et j'oublie ; je vois et je me souviens ; je fais et je comprends*

Attribué à CONFUCIUS

Le modèle acquiert une importance grandissante dans l'enseignement des SVT, notamment avec l'essor de l'informatique à l'origine de nombreux modèles numériques (*Tectoglob, Rastop, etc...*). Les élèves peuvent désormais travailler directement sur les modèles sans avoir à les concevoir alors qu'élaborer un modèle demande du temps, de tenir compte de nombreux paramètres s'appuyant sur l'observation du réel.

Cela pose une problématique large : « **est-ce que les élèves savent ce qu'est un modèle, qu'ils utilisent un modèle et que leurs interprétations devront en tenir compte ?** ».

## La nature d'un modèle

Le modèle a différentes fonctions en sciences. Il peut être utilisé pour expliquer, comprendre le réel à des fins de facilitation, notamment quand le réel est inaccessible (par exemple : un modèle explicatif des convections mantelliques). Le modèle est donc souvent défini par les fonctions qu'il remplit.

- Représentation simplifiée, relativement abstraite d'un processus, d'un système en vue de le décrire, de l'expliquer ou de le prévoir (*source : dictionnaire de l'environnement*).
- « Un modèle peut être un objet concret (maquette, modèle réduit), un schéma simplificateur (sous forme d'image concrète, ou de mise en rapport d'éléments divers, sans figuration) ou une métaphore, une analogie (avec ou sans figuration concrète) » (*source : Drouin, 1988*).
- Un modèle est « un cadre représentatif, idéalisé et ouvert, reconnu approximatif et schématique, mais jugé fécond par rapport à un but donné » fécond c'est à dire que « les résultats de mesure [sur le réel] s'avèrent suffisamment conformes aux prédictions du modèle » (*source : Soler, 2000*).

Ces définitions montrent bien qu'un modèle est une **représentation**, un élément de substitution de la réalité. Le modèle est donc **partiel** et, par nature, incomplet. Il apparaît aussi quelques fonctions du modèle :

### Le modèle peut permettre de...

- décrire le réel
- comprendre le réel
- prévoir le réel

### Mais il n'est pas le réel car il est...

- construit
- partiel
- provisoire

Les finalités du modèle ne doivent pas faire oublier dans quel cadre il est construit. En effet le modèle est différent de la réalité puisqu'il se construit autour d'un ensemble d'hypothèses alimentant une théorie scientifique et doit donc être éprouvé au même titre que celles-ci : Le modèle **réduit la complexité du réel**.

## Un modèle est évolutif

Un modèle peut être amené à évoluer pour deux raisons majeures :

- Soit il est complexifié sans que de nouveaux faits interviennent. C'est le cas quand on « affine » un modèle en injectant de plus en plus de paramètres. C'est le cas pour de nombreux modèles numériques qui se basent sur la puissance de calcul des ordinateurs (par exemple les modèles météorologiques sont devenus de plus en plus précis en suivant l'évolution technologique des ordinateurs de type « supers calculateurs »). L'objectif ici est bien de mieux rendre compte du réel.
- Soit il évolue parce que de nouveaux faits viennent modifier la théorie attenante au modèle (par exemple le modèle de la dérive des continents qui évolue vers le modèle de la tectonique des plaques).

Les modèles sont donc évolutifs et les anciens modèles ne sont pas toujours rejetés : ils sont le plus souvent réinterprétés dans le cadre du nouveau modèle. La validité d'un modèle, ou sa « performance », se mesure dans leur efficacité à apporter une réponse recevable aux questions que l'on se pose à propos du réel. L'évolution du modèle repose donc souvent sur l'extension du domaine de validité.

## Différents types de modèles

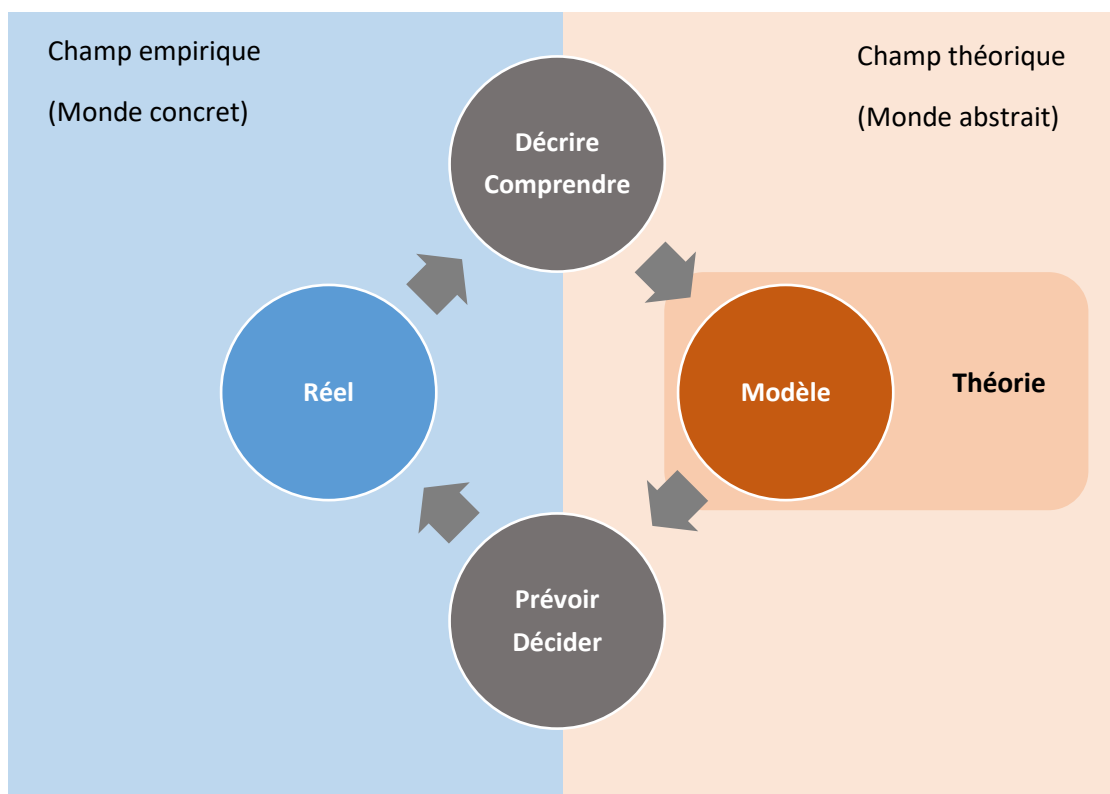
Le modèle peut être **analogique** : c'est un modèle **physique** (maquette, montage, schéma ou toute autre représentation) qui a souvent une fonction explicative ("ça marche comme") mais qui peut aussi avoir une fonction prédictive ("si ça marche comme ... alors, si je fais ceci, je devrais obtenir cela"). Les limites de validité du modèle seront d'ailleurs éprouvées par le test de sa fonction prédictive.

Le modèle peut être **numérique** : c'est un modèle **mathématique** qui s'appuie sur des équations ou sur des schémas de fonctionnement (modèles conceptuels). Il peut remplir une fonction probabiliste.

## Quelles relations entre théorie, modèle et réalité ?

Les **modèles** sont généralement associés à des **théories**. Celles-ci sont considérées comme plus générales que les modèles dans le sens où elles sont plus globales et concernent un ensemble plus large de situations.

Le modèle est intimement lié à la théorie dans le sens où il existe des modèles explicatifs de celle-ci : le modèle apparaît comme un intermédiaire entre le réel (les faits) et la théorie. Cela nécessite que le modèle se construise sur la base des faits et non l'inverse : **le modèle explique partiellement les faits, les faits n'expliquent pas le modèle ; le modèle est construit à partir des faits, les faits ne se construisent pas à partir du modèle.**



Par exemple un modèle numérique est élaboré à partir de données empiriques (ou résultats expérimentaux) qui permettent la conception des lois du programme informatique de ce même modèle.

La simulation que feront les élèves sur un tel programme ne peut évidemment qu'être en accord avec la théorie qui à l'origine du modèle : **il n'est donc pas raisonnable de faire croire aux élèves que le modèle puisse servir à démontrer une théorie scientifique**, ce serait une argumentation circulaire sans fondement. **Un autre danger serait de penser que le virtuel remplace de façon commode le réel et qu'il n'est nul besoin d'expérimenter sur le réel pour accéder à de nouvelles connaissances.**

### Les fonctions du modèle

Quelles sont les fonctions du modèle ou la place de la modélisation dans l'activité scientifique et dans l'enseignement scientifique ? Dans le cadre ordinaire de la classe le modèle s'intègre dans une démarche scientifique avec, pour objectif, une élaboration de connaissances. Le modèle présente alors le double **rôle didactique** (utilisation de la modélisation dans le cadre d'une démarche scientifique, objectifs cognitifs disciplinaires) et **pédagogique** (mise en activité des élèves).

Une confusion s'opère parfois et le modèle devient un objectif d'enseignement alors qu'il devrait rester un **outil d'apprentissage** (qui décrit, interroge et explique le réel). Il y a là un risque à assimiler le modèle au réel. De même de nombreux modèles sont « implicites » et l'activité de l'élève consiste à les redécouvrir.

Les modèles utilisés gagneraient à être présentés pour ce qu'ils sont aux élèves : tout comme les hypothèses ils constituent des réponses provisoires, susceptibles d'évoluer. Les modèles seront à éprouver par les faits, les résultats expérimentaux. Le modèle, en étant placé au cœur d'une démarche scientifique, donne alors tout son sens aux activités réalisées lors des séances de travaux pratiques.

#### **On modélise pour décrire et comprendre :**

C'est l'utilisation la plus répandue dans les pratiques d'enseignement : le modèle théorique est admis et la modélisation a pour but de familiariser les élèves avec la réalité pour **faciliter l'acquisition des connaissances**. Il faut veiller à ce que les élèves comprennent bien que le modèle ne reproduit pas la réalité mais qu'il est utilisé dans un but descriptif efficace ou « commode ».

#### **On modélise pour étudier sur de grandes échelles de temps et d'espace.**

Dans un monde réel complexe il n'est pas aisé de tenir compte de l'ensemble des paramètres variables, surtout de manière simultanée. Les échelles de temps et d'espace rendent le réel inaccessible.

Le modèle peut permettre de dépasser ces difficultés. Le modèle peut donc dans ce cas apparaître comme un moyen pour **accroître les connaissances**.

#### **On modélise pour prévoir :**

Un modèle validé (mis à l'épreuve des faits) peut prendre une dimension prédictive. La dimension socio-économique de ce type de modèle devient évidente. Dans ce cas, le modèle sert à anticiper et, par conséquent, devient une **aide à la décision**.

### Un exemple d'utilisation critique du modèle : « du modèle de la dérive des continents à la théorie de la tectonique des plaques »

On proposera aux élèves un texte présentant le modèle de la dérive des continents de Wegener accompagnés de plusieurs documents :

- Carte géographique des paléofaunes et paléoflores
- Carte géologique montrant la « continuité géologique » entre Amérique du Sud et Afrique
- Carte des âges des fonds océaniques
- Autres ...

On demandera aux élèves de repérer parmi les documents proposés ceux qui entérinent le modèle Wegener et ceux qui l'infirment. Ce sera l'occasion de comprendre comment un modèle se construit (dérive des continents) et comment il évolue ou est remplacé par la découverte de nouveaux faits (tectonique des plaques).

## Des objectifs d'utilisation des modèles dans une démarche scientifique

### Objectif : appropriation d'un modèle

- Identifier les caractéristiques d'un modèle
- Identifier les nécessité, les contraintes, les limites d'un modèle : "démonter le modèle"
- Distinguer les données de terrain du modèle
- Réaliser un modèle analogique ou numérique
- Faire fonctionner un modèle analogique ou numérique

### Objectif : éprouver un modèle

- Concevoir un protocole d'observation ou d'expérimentation
- Sélectionner les données empiriques pertinentes vis à vis du modèle
- Confronter les données empiriques aux caractéristique ou aux nécessités du modèle
- Compléter un modèle partiel
- Faire fonctionner un modèle pour établir des prévisions (simulation)
- Identifier le domaine de validité d'un modèle